

# A abordagem ciência-tecnologia-sociedade no ensino da física com enfoque na energia: uma revisão sistemática da literatura

José Jorge Vale Rodrigues<sup>1</sup>

ORCID: 0000-0003-3242-8805

Eniz Conceição Oliveira<sup>2</sup>

ORCID: 0000-0003-0252-2243

Cecília Guerra<sup>3</sup>

ORCID: 0000-0002-2560-165X

## Resumo

Este artigo apresenta uma revisão bibliográfica de estudos que recorreram à abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) no ensino de física. Especificamente, pretendeu-se avaliar como é que a abordagem CTS tem sido implementada no ensino do tema de energia. A pesquisa de artigos científicos foi realizada em duas bases de dados: a Scopus e o Portal de Periódicos CAPES. A pesquisa centrou-se em artigos publicados em revistas entre 2003 e 2022, em língua portuguesa, inglesa e espanhola. Os acrônimos utilizados na pesquisa foram: “Science Technology and Society” AND “*Physics teaching*”/“Ciência Tecnologia e Sociedade” AND “ensino de física”. Foram aplicados critérios de inclusão e exclusão, nomeadamente a leitura dos títulos e dos resumos dos artigos. Tal permitiu excluir, por exemplo, estudos que não relacionam a abordagem CTS com o ensino de física. A amostra final é composta por 20 artigos. Através da técnica de análise de conteúdo dos artigos selecionados, foi possível perceber que os alunos envolvidos no processo de ensino de física, seguindo princípios da abordagem CTS, revelaram um maior interesse e engajamento na aprendizagem do tema da energia. No entanto, apesar da abordagem CTS aparecer em muitos currículos escolares, existe uma escassez na produção científica a respeito do tema energia.

## Palavras-chave

Ensino de física – Energia – Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

**1-** Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), Palmas, TO, Brasil. Contato: jose.rodrigues@ifto.edu.br

**2-** Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, RS, Brasil. Contato: eniz@univates.br

**3-** Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, Centro de Investigação em Didática e Tecnologia na Formação de Formadores (CIDTFF), Porto, Portugal. Contato: cguerra@fc.up.pt



<https://doi.org/10.1590/S1678-4634202450271775>

This content is licensed under a Creative Commons attribution-type BY 4.0.



# *The science-technology-society approach focused on energy in physics teaching: a systematic literature review*

## **Abstract**

*This article presents a literature review of studies that have used the Science, Technology and Society (STS) approach in physics teaching, aiming to assess its contribution in energy courses. The search for scientific papers was carried out in two databases: Scopus and the CAPES Journals Portal. The search focused on studies published in journals between 2003 and 2022, in Portuguese, English and Spanish. The acronyms used in the search were: “Science Technology and Society” and “Physics teaching”/“Ciência Tecnologia e Sociedade” and “ensino de física”. Inclusion and exclusion criteria were applied, namely reading the titles and researches abstracts, which made possible to exclude, for instance, studies that did not relate to STS physics teaching approach. The technique of content analysis was used to select the final sample of 20 papers. It was observed that students involved in the physics teaching process, following the principles of STS approach, showed greater interest and commitment in energy courses. Even though STS approach is in many schools curricula, there is a scarcity of scientific production on the subject of energy.*

## **Keywords**

*Physics teaching – Energy – Science, Technology and Society (STS).*

---

## **Introdução**

A sociedade é demarcada, em grande parte, pela forma como a ciência e tecnologia se desenvolvem. A tecnologia deve ser apresentada como aplicação das diferentes formas de conhecimento para atender às necessidades sociais. Compreender o funcionamento de certa tecnologia, e como ela avança, pode gerar consequências diretas no cotidiano dos cidadãos, contribuindo para que eles possam entender o mundo à sua volta (Santos; Vilches; Brito, 2016).

Nesse sentido, a Física, considerada uma das ciências de grande aplicabilidade prática no cotidiano, apresenta-se como parte essencial para o avanço da sociedade, pois deve ser reconhecida como um processo de construção histórica da humanidade envolvendo contribuições sociais, econômicas e culturais onde são desenvolvidas, a cada dia, diferentes tecnologias que são impulsionadas por elas (Antonowiski; Alencar, 2017).

A produção de energia através de equipamentos tecnológicos sofisticados tem uma grande importância para a qualidade de vida dos cidadãos. Pode-se citar, por exemplo, a importância da invenção de equipamentos de conversão de energia solar, sistemas de automação para redução de gastos energético (com impacto no valor da conta de energia nas residências).

O tema da energia vem sendo abordado de modo integrado e interdisciplinar no ensino da física. Neste contexto, é crucial preparar os alunos para discutir criticamente sobre assuntos relacionados com a energia, tais como: o impacto ambiental social e econômico da construção de hidrelétricas e termelétricas; o uso sustentável de fontes renováveis de energia; as mais-valias e os riscos da energia nuclear.

Do exposto, importa contribuir para a formação de indivíduos críticos e conscientes dos fenômenos que ocorrem na natureza, visando a compreensão da utilidade dos equipamentos tecnológicos existentes. Para isso, é fundamental que os alunos sejam estimulados a participar democraticamente na sociedade, por meio da expressão de suas opiniões o uso sustentável dos recursos naturais. Assim, é necessário investir em abordagens didáticas inovadoras para contornar este problema educativo.

No entanto, o ensino da física (por exemplo, da energia) tem sido visto como um desafio tanto para os professores, como para as instituições focadas na investigação em didática (Rezende; Ostermann; Ferraz, 2009). De acordo com Chiquetto (2011), os alunos do ensino médio veem a física apenas como um grande emaranhado de equações sem sentido e que apenas servem para serem usadas em avaliações. Acresce que muitos alunos se sentem intimidados com a aprendizagem da física e adquirem aversão a esta disciplina, não reconhecendo o seu devido valor para a compreensão dos fenômenos da natureza.

Neste contexto, o ensino Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) surgiu na década de 70 do século XX (Aikenhead, 1994; Martins, 2020) como forma de preparar os alunos para enfrentar problemas cotidianos e lhes oferecer condições para programar seu futuro. Hofstein *et al.* (1988, p. 358) explicam que “CTS pode ser caracterizado como o ensino do conteúdo de ciências no contexto autêntico do seu meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia a dia”.

No Brasil, a investigação sobre o ensino CTS vem aumentando, sendo visível nas publicações de dissertações de mestrado e teses de doutoramento, em trabalhos apresentados em eventos científicos e em periódicos (Toledo *et al.*, 2016). No entanto, de acordo com Ferreira *et al.* (2021), Fernandez *et al.* (2021) e (Rodrigues, 2022), importa compreender como é que o ensino em física através da abordagem CTS tem abordado a aprendizagem de conceitos complexos relacionados com a energia.

Dessa forma, este artigo concentra-se em uma revisão sistemática da literatura segundo Pearson *et al.* (2004) e Moher *et al.* (2015), com o objetivo de verificar, em se tratando de produção científica, a forma como os investigadores interpretam o ensino de física, em particular sobre o tema da energia, de acordo com a perspectiva CTS.

## **Energia e a abordagem CTS**

O termo energia faz parte do dia a dia dos alunos e da sua linguagem, sendo utilizado em várias situações, além de ter grande importância para o mundo moderno. Os alunos veem constantemente nos meios de comunicação, informações a respeito de construções de hidrelétricas e termelétricas, notícias sobre o preço do petróleo, sobre o uso de fontes renováveis de energia e discussões a respeito dos riscos da energia nuclear.



Por causa dessa abordagem frequente da mídia são construídos significados variados para o termo energia, no entanto, muitos deles surgem de forma incorreta. Isso porque, a condição ampla e abstrata da definição de energia pode gerar equívocos. Tal caráter abstrato é o bastante para causar transtornos a professores e, principalmente, a alunos, que mesmo depois de terem contato formal com esse conceito na escola continuam confusos.

A energia é, geralmente, obtida por meio de processos mecânicos ou químicos provocados por geradores ou turbinas e é definida por seu caráter de realizar trabalho e produzir movimento. Por exemplo, para que um fenômeno elétrico ocorra é necessário aplicar uma diferença de potencial entre dois pontos de um material condutor, produzindo uma corrente elétrica entre seus terminais. O uso da energia permite o funcionamento de eletrodomésticos, nos possibilita a obtenção da luz, a preservação dos alimentos em ambiente gelados, o controle da temperatura com o ar condicionado, entre outros (Halliday; Resnick; Walker, 2016).

De acordo com José *et al.* (2014), o conceito de energia abarca a generalização e universalidade das coisas compartilhadas com os conhecimentos científicos naturais e as tecnologias. Se trata de uma ideia unificadora, envolvendo os conceitos de transformações e regularidades, estabelecendo-se como um vínculo estável que liga os conhecimentos fundamentais ciência e tecnologia (Angotti, 1993).

Os pesquisadores recomendam uma educação científica mais voltada para a prática da cidadania, em contraste com a excessiva importância dada a aspectos conceituais originários de currículos e programas acadêmicos que objetivam a formação de (futuros) cientistas (Bernardo; Vianna; Fontoura, 2008). Assim, a investigação em educação tem vindo a recomendar o investimento em estudos centrados no ensino da física, sobre o tema da energia, segundo a abordagem CTS.

A evolução da inovação educacional dos currículos de ciências no Brasil ocorreu no período de 1950 a 1985, na década de setenta, incorpora uma visão de ciência como produto do contexto econômico, político e social. Na década de 80 o ensino de ciências passou a se orientar pelo objetivo de analisar as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico (Krasilchik, 1987).

Sob o ponto de vista de Bernardo, Vianna e Fontoura (2008), explorar o ensino de física no enfoque CTS significa promover significado a esta ciência através de assuntos que ampliem a relação das várias dimensões que a abordagem CTS engloba (ambiental, social, científica, econômica, tecnológica, política e cultural), de modo interligado e de forma que possa favorecer um ensino para a prática da cidadania diante dos desafios atuais.

No entanto, a abordagem dessa área de estudo necessita de alguns cuidados característicos, que seriam considerar inadequadas as atividades pedagógicas com base na simplificação exagerada de conceitos que tem definido o ensino de energia, relacionar coerentemente novos conceitos de outras disciplinas com conceitos antigos já compreendidos, promover uma atenção específica às relações CTS/CTSA integradas pela temática e proporcionar aos alunos “situações problema” que evitem qualquer vestígio de cristalização do conhecimento (Doménech *et al.*, 2007).



A abordagem CTS se apresenta como uma possibilidade viável para o ensino do assunto energia, pois é capaz de facilitar a aprendizagem desse conceito, sendo útil para a tomada de decisão dos alunos diante de problemas socioambientais, e ainda pode despertar a curiosidade e interesse para o desenvolvimento da ciência e da tecnologia.

Segundo Machado e Nardi (2006), Caramello (2010), o ensino baseado em recursos que envolvem o uso de tecnologias (softwares, simuladores e experimentos) se mostra satisfatório para os alunos, contribuindo para facilitar o entendimento dos conteúdos relativos a energia, por serem elementos que geram mais interesse e engajamento deles no processo de ensino e aprendizagem.

O desenvolvimento de pesquisas por meio da abordagem CTS pode potencializar os alunos para compreender o assunto abordado e a construção do conhecimento (Yuenyong; Thathong, 2015). Segundo Carvalho, Hygino e Amaral (2017), o enfoque CTS pode favorecer a aprendizagem dos alunos no que diz respeito às relações envolvendo questões socioeconômicas do seu cotidiano. Ainda de acordo com Ramos e Ruz (2010), os aspectos do enfoque CTS são aceitos como bons elementos de contextualização para contribuir no desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico-científico dos alunos.

Nesse sentido, no que se refere a vantagens do movimento CTS em relação ao processo de ensino e de aprendizagem em Física, Silva, Silva e Fernandes (2021), puderam observar que por meio da discussão sobre problemas de natureza social, juntamente com conhecimento científico e o avanço tecnológico atrelado a ele, os professores foram capazes de possibilitar aos alunos reflexões e interações que dessem base à formação de senso crítico.

A abordagem CTS inserida no tema energia tem despertado posturas críticas dessa natureza nos alunos (Lameu; Assis, 2022). No entanto, considerando que a quantidade de artigos envolvendo o assunto energia e a abordagem CTS ainda seja baixa, é fundamental a busca e estudo do tema devido as evidências apresentadas em relação a sua eficiência.

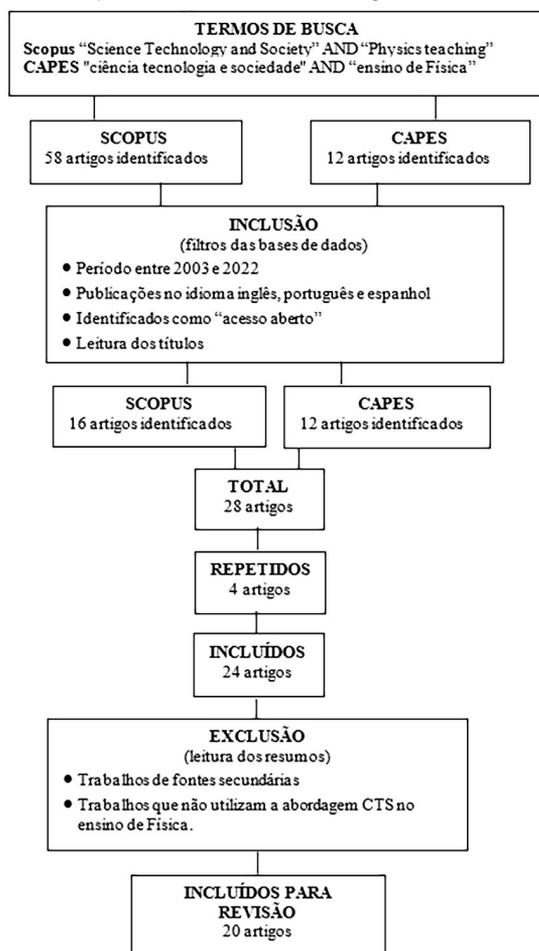
## **Metodologia**

Este artigo é o resultado de um estudo com natureza qualitativa, segundo os parâmetros de Gatti e André (2011), através da realização de uma revisão sistemática da literatura, com vista a explorar, por meio de levantamento de informações, pesquisas que relacionem o enfoque CTS e o ensino de física (com foco no tema da energia).

Sob o ponto de vista de Prodanov e Freitas (2013), a pesquisa bibliográfica é aquela que é elaborada por meio de material já publicado, como é o caso de artigos científicos, dissertações e teses, com a intenção de apresentar diretamente ao pesquisador as informações mais recentes a respeito do assunto de interesse.

Neste estudo foram analisados artigos publicados em revistas indexadas entre os anos de 2003 e 2022 em língua portuguesa, inglesa e espanhola, que apresentassem pesquisa relacionadas com o ensino de física segundo a abordagem CTS, com foco em energia. Na figura 1 é descrito o método adotado para os critérios de inclusão e exclusão dos artigos científicos explorados neste trabalho.

**Figura 1** - Infográfico referente ao protocolo da revisão bibliográfica



Pesquisa realizada em 24/08/2022.  
Fonte: Elaboração própria.

O Portal de Periódicos da CAPES e o banco de dados da Scopus foram escolhidos devido sua importância na produção científica mundial, representando dois dos maiores acervos bibliográficos do mundo com artigos de revisão paritária. A busca pelos artigos ocorreu nos idiomas Português, Espanhol e Inglês, permitindo uma cobertura de pesquisa internacional.

Escolher os termos de busca “Science Technology and Society” AND Physics teaching/”ciência tecnologia e sociedade” AND “ensino de física”, permitiu ampliar o campo de estudo para que pudesse ser englobado a maioria dos artigos que envolvessem alguma relação entre a abordagem CTS e o ensino de física, inclusive os que tratam do tema energia.

Por meio da leitura inicial dos títulos e resumos de 70 artigos (58 SCOPUS e 12 CAPES) excluiu-se trabalhos de origem secundária e eliminados os estudos que não relacionam a abordagem CTS com o ensino de física, restando uma amostra de 20 artigos.



Com o objetivo de contribuir para este estudo, elaborou-se um parâmetro com base nos critérios de inclusão e exclusão de artigos científicos, em seguida, outros critérios de análise foram estabelecidos segundo categorias específicas apresentadas a seguir (razões para a exclusão): contexto de implementação irrelevante; texto completo indisponível; descreve um método diferente; não centrado no ensino de física; não envolve o enfoque CTS.

A análise de conteúdo dos 20 artigos ocorreu, sob os aspectos de Bardin (2016), em dois momentos: descritivo e analítico. Inicialmente, a parte descritiva dos artigos selecionados concentrou-se em três categorias: ano da publicação, revista científica/País e tema. Posteriormente, na análise interpretativa, outras três categorias foram consideradas para dar continuidade ao processo: recurso didático, público-alvo, objetivos do estudo/resultados. Para a criação das categorias e indicadores de análise, adaptou-se pelo modelo desenvolvido por Oliveira *et al.*, (2018), de acordo com o Quadro 1.

### Quadro 1 – Instrumento de análise da abordagem CTS no ensino de física

CATEGORIA A – Discurso/ Informação
Indicadores
A1 – Explora os tópicos de Física em função da utilidade social.
A2 – Mostra que o trabalho dos cientistas é, em muitos casos, influenciado por pressões sociais, políticas, religiosas e econômicas.
A3 – No que se refere à Ciência e à Tecnologia, incentivam os estudantes a: 1 – levantar ideias autônomas e de modo voluntário; 2 – mudar as suas opiniões; 3 – fazer analogias; 4 – dar explicações.
A4 – Permite desenvolver uma atitude crítica e com fundamentação científica diante de problemas sociais e ambientais.
A5 – Dá exemplos de tecnologias e novos produtos aplicados na vida diária.
A6 – Informa o aluno sobre vantagens e limites da aplicação da Ciência e da tecnologia e os seus impactos na sociedade e no meio ambiente.
A7 – Identifica diferentes realidades tecnológicas, evidenciando como elas mudam a forma de viver das pessoas e como essas mudanças estão na origem de outras realidades sociais.
A8 – Relata práticas experimentais explicitando os métodos utilizados, clarificando as etapas e a razão das decisões tomadas confrontando os resultados com as possíveis utilizações pela sociedade.
A9 – Apresenta informação proveniente de várias áreas do saber, científico e tecnológico, que exigem/fomentam a compreensão da interação CTS.
CATEGORIA B – Atividade de Ensino/ Aprendizagem
Indicador
B1 – Apresenta propostas que levam ao envolvimento do aluno em projetos promotores de capacidades de pensamento crítico sobre questões onde se manifesta a interação CTS.
B2 – Propõe atividades diversificadas de simulação da realidade, levando o aluno a colocar-se no lugar do outro, a resolver problemas, a realizar debates, discussões, pesquisas sobre questões onde se manifestam a interação CTS e o apelo explícito a capacidades de pensamento crítico.
B3 – Propõe a realização de atividades (práticas, experimentais no laboratório ou em sala de aula) para se explorar, compreender e avaliar as inter-relações CTS, nomeadamente aquelas que podem vir a interferir na vida pessoal dos estudantes e no seu futuro.
B4 – Apresenta situações de aplicação ao dia a dia dos novos conhecimentos, onde se faz presente a interação CTS no final das atividades propostas.
B5 – Apresenta situações de aplicação diária dos novos conhecimentos.

Fonte: Adaptado de Oliveira *et al.*, (2018).

Dessa forma, identificou-se qual o delineamento da concepção CTS e relação com o ensino de física foi observada nos artigos. Posteriormente, eles foram organizados sistematicamente segundo as ideias dos autores em relação à abordagem CTS.

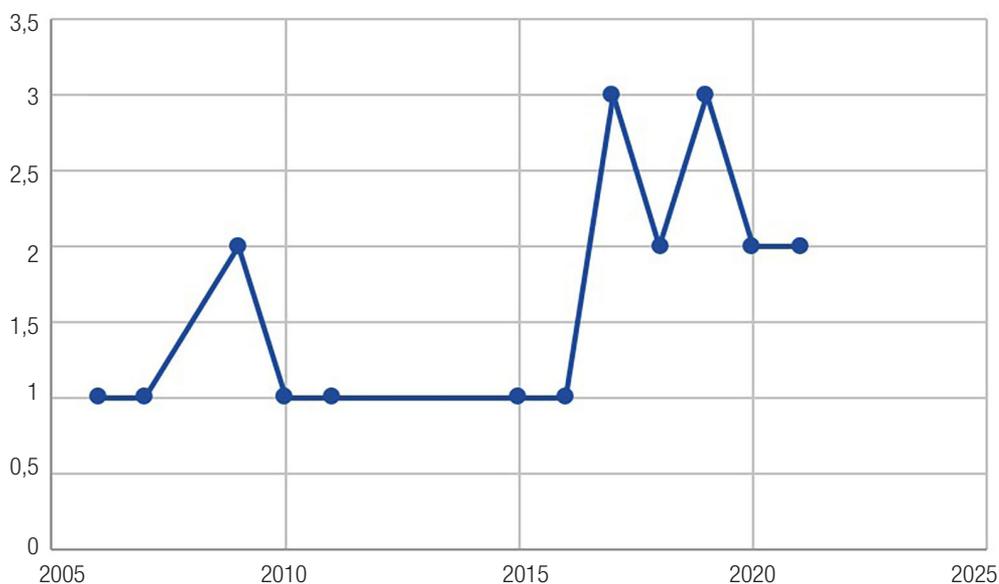
## Resultados e discussão

### Análise descritiva

#### Ano de publicação

Mesmo que o período de busca tenha sido estabelecido entre 2003 e 2022, os estudos mais recentes foram publicados em 2021. O estudo mais antigo aparece nas buscas no ano de 2006. Cinco artigos foram publicados um a cada ano, 6 artigos a uma taxa de 2 por ano. Os anos de maior concentração de publicações foram de 2017 e 2019, com 3 artigos cada ano. É importante ressaltar que existe uma probabilidade razoável de terem sido publicados artigos anteriormente ao ano de 2003, que se refiram ao enfoque CTS no ensino de física, no entanto tais estudos não tiveram referência nas bases de dados deste trabalho. No gráfico 1 é apresentada a distribuição da quantidade de artigos em função do referente ano de sua publicação.

**Gráfico 1** – Distribuição dos artigos em função do ano de publicação



Fonte: Dados da pesquisa.



## Revista científica/país

A maior parte dos artigos encontrados são de revistas científicas do Brasil e Indonésia, representando 40% e 30%, respectivamente, os demais 30% correspondem a artigos de países da Europa e América do Sul, como Espanha, Colômbia e Argentina. No Quadro 2 encontra-se uma classificação dos 20 artigos encontrados (75% de natureza empírica e 25% de natureza teórica), organizados por ordem de publicação.

**Tabela 2** – Classificação dos 20 artigos por ordem de publicação encontrados na busca

Nº	Link artigo	Ano	Revista
1	<a href="https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400010">https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400010</a>	2006	Revista Brasileira de Ensino de Física
2	<a href="https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000300016">https://doi.org/10.1590/S1806-11172007000300016</a>	2007	Revista Brasileira de Ensino de Física
3	<a href="http://143.54.40.221/index.php/ienici/article/view/414">http://143.54.40.221/index.php/ienici/article/view/414</a>	2009	Investigações em Ensino de Ciências
4	<a href="https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294311">https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/294311</a>		Enseñanza de las Ciencias
5	<a href="https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000300010">https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000300010</a>	2010	Revista Brasileira de Ensino de Física
6	<a href="https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100012">https://doi.org/10.1590/S1806-11172011000100012</a>	2011	Revista Brasileira de Ensino de Física
7	<a href="https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n2p546">https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n2p546</a>	2015	Mediterranean Journal of Social Sciences-MC SER Publishing
8	<a href="https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2016.26620">https://doi.org/10.12957/e-mosaicos.2016.26620</a>	2016	e-Mosaicos
9	<a href="https://doi.org/10.35819/scientiatec.v4i3.2127">https://doi.org/10.35819/scientiatec.v4i3.2127</a>	2017	ScientiaTec: Revista de Ciência, Educação e Tecnologia do IFRS
10	<a href="https://doi.org/10.26843/rencima.v8i1.1235">https://doi.org/10.26843/rencima.v8i1.1235</a>		REnCIMA
11	<a href="https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9596">https://doi.org/10.15294/jpii.v6i1.9596</a>		Jurnal Pendidikan IPA Indonesia
12	<a href="https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012032">https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012032</a>	2018	Journal of Physics: Conference Series
13	<a href="https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012016">https://doi.org/10.1088/1742-6596/1097/1/012016</a>		Journal of Physics: Conference Series
14	<a href="https://doi.org/10.3390/su11092528">https://doi.org/10.3390/su11092528</a>	2019	Sustainability
15	<a href="https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012060">https://doi.org/10.1088/1742-6596/1233/1/012060</a>		Journal of Physics: Conference Series
16	<a href="https://quimicanova.sbg.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6950">https://quimicanova.sbg.org.br/detalhe_artigo.asp?id=6950</a>		Química Nova
17	<a href="https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012024">https://doi.org/10.1088/1742-6596/1503/1/012024</a>	2020	Journal of Physics: Conference Series
18	<a href="https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4546">https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4546</a>		Research, Society and Development
19	<a href="https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28399">https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28399</a>	2021	RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia
20	<a href="https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012026">https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012026</a>		Journal of Physics: Conference Series

Fonte: Elaboração própria.

## Tema

Foram identificados 12 artigos que tratam especificamente do ensino de física, quatro deles faz uso do tema física moderna (conceito de equivalência massa-energia; raios-X; energia nuclear; dualidade onda-partícula) e oito se referem ao assunto energia



(transformações de energia; produção de energia; energia solar; conceito de energia), comuns ao trabalho de Fernandez *et al.*, (2021).

Três artigos encontrados na busca se referem a associações entre ensino de física e química, com o tema luz como forma de energia; Física e Educação Física, usando o assunto “Leis de Newton; Física e Informática”, abordando mídia social e motivação. Encontrou-se ainda, um artigo que trata do ensino de física com enfoque CTS sob a perspectiva de professores e outro que envolve o ensino de ciências, tratando de avaliação, sobre o tema energia solar.

Finalmente, identificou-se mais 3 artigos, um diz respeito a um material didático de física, outro que trata do conceito de energia em termos de análise de currículo, e outro que fala sobre aprendizagem em física.

Fernandez *et al.*, (2021) apresenta em seu trabalho o arranjo curricular da componente Física, compreendido no itinerário formativo III, que envolve, entre outras características, habilidades essenciais que tratam de radiações ionizantes e formas de energia. No Quadro 3 são apresentados os artigos desta revisão que abordam conteúdos comuns a esse arranjo curricular.

**Quadro 3 – Artigos que abordam conteúdos comuns ao arranjo curricular de física**

Artigo(s)	Conteúdo/Objetivos de conhecimento
2	Radiações e suas aplicações na saúde
1	Estrutura da matéria, aspectos quantitativos das transformações químicas, radiações e suas aplicações na saúde
5	Quantização de energia (modelo de Bohr; dualidade onda partícula). Radioatividade (estrutura da matéria; fissão e fusão nuclear; radiação ionizante).
2; 5; 6; 9; 10; 16	Ondas eletromagnéticas (espectro eletromagnético; ondas de rádio; micro-ondas; radiações infravermelhas; radiações visíveis; radiações ultravioletas, raios x; raios gama). Quantização de energia (núcleo atômico; radioatividade). Radioatividade (fissão e fusão nuclear; decaimento radioativo; radiação ionizante).
2	Radiação (partículas elementares; força nuclear forte; força nuclear fraca; fissão nuclear; modelo padrão)
5; 8	Energia nuclear. Decaimento radioativo.

Fonte: Adaptado de Fernandez *et al.*, (2021).

## Análise interpretativa

### Recurso didático

Uma parte considerável dos autores utilizam em seus trabalhos recurso didáticos baseados em tecnologias mais modernas de natureza computacional, como pode ser visto nos artigos (1, 6, 8, 13, 15, 16, 18, 19 e 20), o que corresponde a 45% deles. Isso pode representar o crescimento e a importância da tecnologia para o desenvolvimento da aprendizagem em Física, por meio de visualização e criação de vídeos, fotos e imagens de Internet, *softwares* educacionais e do tipo bancada virtual, planilhas web, aplicativos das ferramentas de colaboração *Google Suit for Education*, redes sociais e aplicativos para smartphones, como mencionado nos trabalhos.



Em segundo lugar, nos artigos (4, 9, 10, 11, 12, 16 e 18), correspondente a 35% do total da amostra, os recursos didáticos envolvendo experimentos científicos, seja na forma de dispositivos tecnológicos como o equipamento Audio Bio Harmonic System, usado pelos autores do artigo 11, na forma de experimento em laboratório ou de aspecto apenas ilustrativo como realizado no estudo do artigo 18.

Em seguida, pode-se observar a utilização do recurso didático chamado de “material didático”, obtido por meio de entrevistas, minicursos, notas de campo, questionários, mapas conceituais, jornais, revistas e documentos oficiais, correspondendo aos artigos (2, 3, 7, 9, 10, 14 e 17).

Os demais autores utilizam o recurso didático visita monitorada (visita técnica) ou saída a campo, em três artigos (5, 8 e 16). Eles, juntamente com seus alunos, visitaram os seguintes espaços não formais de educação: Laboratório Aberto de Física Nuclear, Usina Nuclear de Angra dos Reis e Ravina Lanogrande.

Dessa forma, observa-se que 80% dos autores usaram em seus trabalhos um recurso didático ligado a algum tipo de tecnologia de informática e/ou experimentos científicos. Além disso, é importante frisar que 12 dos 20 autores, ou seja, 60% deles, usaram mais de um recurso didático em seus trabalhos.

## **Público-alvo**

A maioria do público-alvo, participante dos estudos publicados nos artigos analisados, é formada por alunos do ensino médio de escolas públicas, caracterizando incidência de 65% dos artigos. Destes, apenas um artigo (9), deixa claro explorar alunos do ensino médio da rede técnica federal, curso de Informática. O restante dos trabalhos, foi realizado com alunos da rede pública estadual de ensino.

Pode-se perceber, pela leitura dos artigos, que quatro autores fizeram seus estudos usando o público-alvo de cursos superiores. São eles: artigo 3, Curso de licenciatura em física; artigo 4, Curso de formação de professores; artigo 11, Curso de biofísica; artigo 16, diz apenas que foram estudantes de um curso de graduação, não especificado o nome.

Para seu estudo, o autor do artigo 6 utilizou 32 alunos de um curso técnico em Radiologia Médica e o autor do artigo 12 faz uso dos alunos do ensino fundamental. Seis autores (artigo 2, 4, 5, 11, 12, 13 e 18), 35%, fizeram suas pesquisas usando, além de alunos, também professores, pesquisadores e outros indivíduos da comunidade, como especialistas, agricultores e pareceristas. Exceto pelo autor do artigo 2, que usou apenas professores de física do ensino médio público e privado.

## **Objetivos e resultados**

De modo geral, os autores que escreveram sobre o enfoque CTS possuem objetivos semelhantes, analisaram as características desta abordagem como uma alternativa de metodologia diante de problemas no ensino de física, com a intenção de buscar melhorias na aprendizagem de conceitos, em escolas públicas de ensino médio, observando o interesse e o engajamento dos alunos. Um dos objetivos mais abordados, nesta busca, foi explorar o processo de ensino e aprendizagem do assunto energia e de outros conceitos



associados a ele, devido sua complexidade, interdisciplinaridade e importância econômica, social e ambiental, procurando conscientizar os alunos em termos de avanço tecnológico e sustentabilidade ambiental.

Em se tratando dos resultados, é possível perceber que os autores trazem similaridades, principalmente, em termos de eficiência do enfoque CTS para contribuição no ensino de conceitos de física. Considerando esta abordagem, 65% dos autores apresentam resultados diretos onde os alunos conseguiram melhorias em seu desempenho acadêmico. Em muitos casos, fica ainda mais perceptível, quando é feita uma comparação com o uso de métodos tradicionais de ensino, evidenciando ainda, que as atividades com abordagem CTS geram mais interesse e engajamento nos alunos.

Assim, os artigos (1, 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 18 e 20), apontam excelentes resultados com evidências favoráveis ao uso combinado de recursos didáticos (softwares, experimentos, visitas técnicas) e a abordagem CTS, principalmente do que diz respeito à mudança de atitude dos alunos. Os resultados mostram quadros favoráveis para a introdução de propostas metodológicas com tópicos de física no atual currículo do ensino médio com materiais na condição de instrumentos potencializadores de discussões sobre as relações CTS.

Desse modo, verifica-se que manter tal abordagem de ensino permite que os professores possam perceber os conhecimentos prévios dos alunos e detectar as dificuldades de aprendizagem de conceitos de física. O desenvolvimento de pesquisas a esse respeito, através da abordagem CTS, pode potencializá-los para compreender o aprendizado dos alunos e a construção do conhecimento (Yuenyong; Thathong, 2015). Segundo Carvalho, Hygino e Amaral (2017), artigo 9, o enfoque CTS associado a um estudo de caso, pode favorecer aprendizagem aos alunos no que diz respeito às relações envolvendo questões socioeconômicas do seu cotidiano. Em sua pesquisa, o autor mostra ainda que, uma sequência de ensino, onde se usa a abordagem CTS sobre conteúdos de física, pode servir para vários temas, relacionados não apenas à física, mas também a outras áreas de maneira interdisciplinar.

Por meio do uso de sequência didática (artigo 8) os autores perceberam que os indícios de aprendizagem apresentados pelos alunos envolvidos com as pesquisas ocorreram a partir da motivação deles e do professor, através do ambiente de aprendizagem estabelecido e pelos conceitos trabalhados. A origem dessa motivação ocorreu devido a associação entre teoria, prática e aplicação cotidiana, com assuntos direcionados para as experiências diárias dos alunos. Assim, a perspectiva CTS, se apresenta como um caminho viável para o favorecimento de um ensino potencialmente significativo. Diante do que foi analisado no artigo 10, considera-se que a implementação de sequência didática organizada e estruturada com diferentes recursos de ensino e sob os aspectos das relações CTS, criou um ambiente de aprendizagem novo, distinto do tradicionalmente seguido pela maioria dos educadores, permitindo que os alunos, em um estado de motivação se tornassem ativos nos processos de ensino e aprendizagem (Gomes; Batista; Fusinato, 2017).

O sucesso da abordagem CTS realizada em programas de ensino de ciências e de física é apresentado nos resultados destas pesquisas. A qualidade dos resultados na aprendizagem através do enfoque CTS também foi influenciada por programas de aprendizagem envolvendo ciência, tecnologia e aplicação na sociedade de dispositivos de áudio com energia solar para melhoria de produtividade em culturas, por exemplo. Nos resultados aparecem muitas sugestões aos professores para aplicação da abordagem CTS para a melhoria da

aprendizagem, por meio da integração entre componentes curriculares de ciências. O enfoque CTS é recomendado porque a sociedade necessita da contribuição dos cientistas na resolução de muitos problemas relacionado ao uso de tecnologias na atividade humana.

Verificou-se ainda, nos resultados, que planilhas web desenvolvidas para alunos, baseadas em CTS, podem ser utilizadas e distribuídas como instrumentos de aprendizagem no ensino de física no ensino médio. O uso de mídias dessa natureza, ou de cunho social, usando a abordagem CTS são capazes de aumentar a motivação dos alunos para a aprendizagem de forma independente. Percebeu-se também, que os ambientes de CTS marcados em ambientes rurais, como é o caso no estudo do artigo 16, além do uso de temas de interesse dos alunos, favorecem mudanças de conceituação.

De acordo com os autores dos artigos 18 e 20 a abordagem CTS possui viabilidade para implementação no ensino médio, na forma de alternativa para melhoria no ensino e aprendizagem da área de ciências. Seus resultados mostraram que os alunos conseguiram entender os assuntos de Física em todos os seus aspectos, seja social, tecnológico ou científico. Revelou que as aulas trabalhadas sob as metodologias propostas pelo movimento CTS contribuem para que os alunos possam aperfeiçoar suas capacidades crítica e, além disso, passem a ser mais ativos e participativos em todos os momentos do processo de ensino (Santos; Caminha; Silveira, 2020; Mulyanti, 2021).

Os autores dos artigos 4, 12, 17 e 19 apresentam seus resultados numa mesma linha, apontam para a necessidade de criação ou modificação de materiais pedagógicos em função de um novo contexto voltado para o enfoque CTS. Por exemplo, em um estudo que envolveu um material com tal abordagem e a construção de uma usina hidrelétrica, ficou evidente na análise das opiniões dos alunos, que eles ganharam mais maturidade em relação ao assunto de energia e ao custo social causado por um empreendimento dessa categoria, assim como em relação aos impactos ambientais causados. Os resultados das pesquisas mostram que esses materiais didáticos também passam por critérios de avaliação, como é o caso do artigo 12, onde o autor conclui que o material de física que ele utiliza, baseado na alfabetização científica, é viável para utilização no processo de ensino e aprendizagem. Outros materiais desenvolvidos, na forma de dispositivos de aprendizagem, por exemplo, testados pelo autor 17, foram reconhecidos como efetivos, ou seja, o material contribuiu para melhorar a atitude científica e a compreensão de conceitos de física dos alunos público alvo de sua pesquisa.

O processo de modelagem de informações, outro material, com uma perspectiva didática apresenta os ambientes de aprendizagem possíveis. Tais espaços envolvem as interações dinâmicas que ocorrem entre professores, alunos, os materiais didáticos, os métodos e as estratégias pessoais que determinam seus próprios estilos de aprendizagem. O aperfeiçoamento dessas técnicas pode permitir o ajuste das diferentes ferramentas pedagógicas baseadas em diferentes teorias educacionais, com o propósito final de melhorar os processos de ensino (Salica, 2021).

Os autores dos artigos 3 e 6 analisam seus resultados com foco na perspectiva dos professores, as informações mostram que o ensino com assuntos científicos, envolvendo as dimensões tecnológica, social e ambiental, pode levar a uma aprendizagem mais flexível e sem excesso de conceitos. Falam ainda, sobre a necessidade de os professores estarem preparados para inovar nas aulas. Mas, para inovar é preciso modificar suas atitudes, coisa



que ainda não ocorre com naturalidade, devido a inercia do tradicionalismo do sistema educacional. Dessa forma, é um desafio aperfeiçoar materiais pedagógicos de incentivo para motivar os professores e assim, melhorar a sua forma de atuação no ensino de física.

Finalmente, o autor Martínez-Borreguero (2019), artigo 14, traz excelentes resultados depois de fazer um trabalho de análise curricular a respeito do ensino do conceito de energia na Espanha. Ele revela que as normas que tratam do ensino médio em seu país, trata profunda e obrigatoriamente o conceito de energia. Mesmo assim, ainda é preciso outras ações que promovam a sustentabilidade em todos os níveis da educação, no sentido de reduzir os atuais problemas do meio ambiente. Nos documentos oficiais analisados, foi constatado que as autoridades consideram o ensino do conceito de energia importante sob a ótica do desenvolvimento sustentável, isso aparece na legislação que regula o ensino médio, a qual aborda em profundidade o conceito de energia sob tais condições e de forma interdisciplinar.

Na leitura dos artigos foram identificadas, de acordo com o Quadro 4, evidências e ideias explícitas presentes nos indicadores de forma clara e precisa, e em outros casos tais ideias levaram a uma perspectiva do indicador, possibilitando a apresentação de uma relação entre os mesmos.

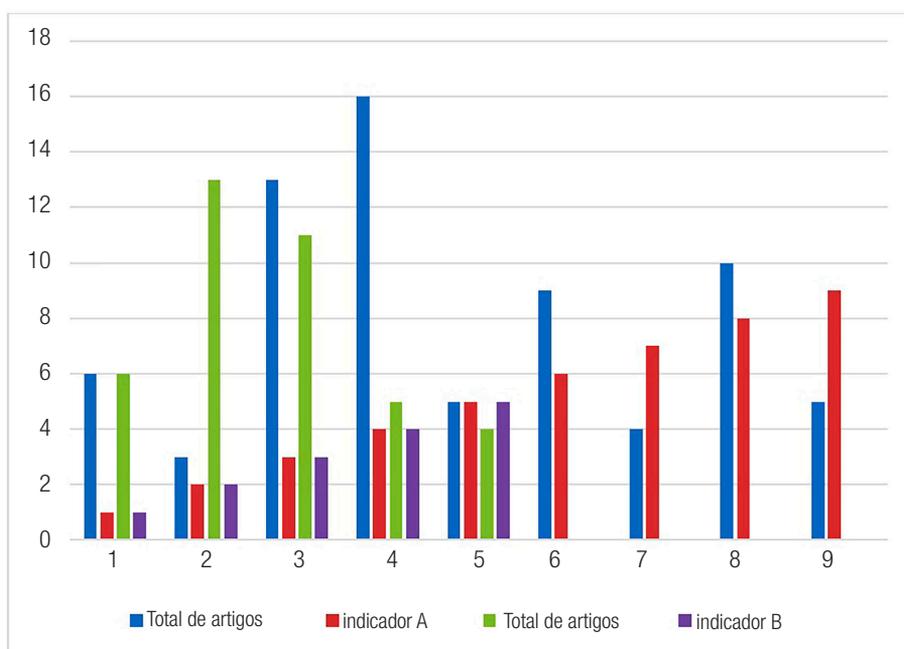
**Quadro 4 – Artigos e sua relação com suas categorias e indicadores**

CATEGORIA A Discurso/ Informação	Artigo(s)	Total
Indicadores		
A1	8; 9; 10; 11; 18; 19	6
A2	9; 10; 18	3
A3	1; 2; 5; 7; 8; 9; 10; 11; 13; 15; 16; 18; 20.	13
A4	1; 2; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 11; 12; 13; 15; 16; 18; 19; 20	16
A5	4; 8; 10; 16; 20	5
A6	4; 8; 9; 10; 11; 14; 16; 18; 19	9
A7	8; 9; 18; 20	4
A8	4; 8; 9; 10; 11; 12; 16; 17; 18; 19	10
A9	3; 6; 9; 17; 18	5
CATEGORIA B Atividade de Ensino/ Aprendizagem	Artigo(s)	Total
Indicador		
B1	1; 6; 10; 12; 18; 20	6
B2	1; 2; 5; 7; 8; 9; 10; 11; 13; 15; 16; 18; 20.	13
B3	4; 8; 9; 10; 11; 12; 16; 17; 18; 19; 20	11
B4	8; 9; 10; 17; 20	5
B5	8; 9; 19; 20	4

Fonte: Oliveira *et al.*, (2018).

Dessa forma, promover uma educação ambiental em todas as etapas de ensino é um aspecto muito relevante para os cidadãos, pois assim, haveria uma maior probabilidade de consciência nesta área e poderia gerar uma sociedade com mais responsabilidade sustentável (Altopiedi; Estepa, 2010). Mas, segundo Barrón, Navarrete e Ferrer-Balas (2010), muitos obstáculos ainda dificultam este processo, a falta de uma cultura de sustentabilidade de muitos professores, a utilização de métodos tradicionais de ensino, a lotação do currículo com conteúdos essencialmente teóricos e a ausência de reflexão crítica coletiva à respeito destes problemas. No Gráfico 2 aparecem dados relativos aos artigos em função de seus indicadores.

**Gráfico 2** – Relação da quantidade de artigos para cada indicador



Fonte: Dados da pesquisa.

## Considerações finais

Os resultados mostram que em 60% dos artigos identificados os autores tratam exclusivamente do ensino de física, destes, percebe-se claramente a predominância do assunto energia, em 13 dos 20 trabalhos, seja de forma direta ou indireta. No entanto, há variedade em relação aos temas escolhidos pelos pesquisados, principalmente em termos de interdisciplinaridade. Pode-se perceber algumas associações dessa natureza entre os artigos, ensino de física com ensino de química, física e educação física, física e informática. Os demais artigos apresentam o ensino de física sob a perspectiva de professores, sob o ponto de vista do processo de avaliação, observando o material didático ou em termos de análise de currículo.



A maioria dos artigos identificados, 75% deles, são de natureza empírica, publicados em revistas científicas do Brasil e da Indonésia. A maior parte dos autores utilizam em seus trabalhos recurso didáticos baseados em tecnologias mais modernas de natureza computacional (visualização e criação de vídeos, fotos e imagens de Internet, softwares educacionais e do tipo bancada virtual, planilhas web, redes sociais e aplicativos para smartphones). O público-alvo participante dos estudos publicados nos artigos analisados, é formada por alunos do ensino médio de escolas públicas, caracterizando incidência de 65% dos artigos.

Dessa forma, identificados os trabalhos científicos que produziram conhecimento a respeito da abordagem CTS no ensino de física, dentro dos parâmetros estabelecidos por esta pesquisa, apresenta-se como resultados os principais objetivos e conclusões dos investigadores que mostra a forma como eles tratam o assunto, em termos de potencial da abordagem na condição de recurso ou prática educativa.

Na maior parte dos artigos aparecem resultados com evidências favoráveis ao uso conjunto da abordagem CTS e recursos didáticos modernos, como softwares, aplicativos, experimentos e visitas técnicas, principalmente do que se refere à mudança de atitude dos alunos. Os resultados mostram ainda, aspectos favoráveis para a introdução de propostas metodológicas com tópicos de física no atual currículo do ensino médio envolvendo materiais na condição de instrumentos potencializadores de discussões sobre as relações CTS. Tal abordagem permite que professores detectem os conhecimentos prévios dos alunos e percebam as dificuldades de aprendizagem de conceitos de física. Trabalhos dessa natureza, por meio do enfoque CTS, pode potencializar os professores para que possam ajudar os alunos a construir seu próprio conhecimento.

Assim, como pode ser visto nos artigos, afirma-se que existe uma necessidade de investigações no campo do ensino e conhecimento científico referente a problemas de energia, com possibilidades para pesquisas em todas as componentes curriculares do seu contexto. A geração eficiente de energia e o consumo consciente pode trazer uma mudança favorável em nível global para todos, é preciso que os professores conscientizem seus alunos a esse respeito.

Portanto, promover uma educação científica ambiental em todas as etapas de ensino é um aspecto relevante para todos os cidadãos, pois assim, haveria uma maior probabilidade de consciência nesta área e poderia gerar uma sociedade com mais responsabilidade sustentável, principalmente em se tratando de tecnologia.

Os resultados mostram que, apesar do enfoque CTS aparecer em muitos currículos escolares desde a década de 70, existe escassa produção científica a nível mundial em se tratando desta abordagem no ensino de física com o tema energia, no entanto os trabalhos que foram encontrados apresentam excelentes resultados com seu uso.

Em seus estudos, os autores mostram que os alunos, depois de utilizarem recursos didáticos em ambiente CTS tiveram mais interesse e engajamento nas aulas de física. Percebe-se, portanto, que a abordagem CTS se apresenta como uma promissora alternativa para os professores, capaz de potencializar a prática educativa e contribuir de forma significativa no processo de ensino e aprendizagem dos alunos para melhor compreensão dos conceitos envolvendo energia e suas relações científicas, tecnológicas e socioambientais.



## Referências

AIKENHEAD, Glen. What is STS science teaching? *In*: SOLOMON, Joan; AIKENHEAD, Glen (ed.). **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994. p. 47-59. Disponível em: <https://education.usask.ca/documents/profiles/aikenhead/sts05.htm>. Acesso em: 08 set. 2022.

ALTOPIEDI, Mariana; ESTEPA, Paulino Murillo. Prácticas innovadoras en las escuelas orientadas hacia el cambio: ambitos y modalidades. **Profesorado**, Granada, v. 14, n. 1, p. 47-70, 2010. Disponível em: <https://revistaseug.ugr.es/index.php/profesorado/article/view/20523>. Acesso em: 08 set. 2022.

ANGOTTI, José André Peres. Conceitos unificadores e ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 15, n. 1, p. 191-198, 1993. Disponível em: <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol15a20.pdf>. Acesso em: 19 nov. 2022.

ANTONOWISKI, Ricardo; ALENCAR, Marcos Velério Ferreira. Difficulties to learn and to teach modern physics. **Scientific Electronic Archives**, Sinop, v. 10, n. 4, p. 50-57, 2017. Disponível em: <https://sea.ufr.edu.br/SEA/article/view/384>. Acesso em: 02 out. 2022.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.

BARRÓN, Ángela; NAVARRETE, Antônio; FERRER-BALAS, Didac. Sostenibilización curricular en las universidades españolas. ¿Ha llegado la hora de actuar? **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, Puerto Real, v. 7, n. extra. p. 388-399, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10366/132629>. Acesso em: 01 dez. 2022.

BERNARDO, José Roberto da Rocha; VIANNA, Deise Miranda; FONTOURA, Helena Amaral. A abordagem do tema energia a luz do enfoque ciência-tecnologia sociedade-ambiente (CTSA) em um espaço de formação continuada para professores de física do ensino médio. *In*: SIMPOSIO DE INVESTIGACIÓN EN EDUCACIÓN EN FÍSICA (SIEF), 9., 2008, Rosario. **Simposio** [...]. Rosário: SIEF, 2008. Disponível em: [https://www.if.ufrj.br/~pef/producao\\_academica/anais/2008\\_deise\\_1.pdf](https://www.if.ufrj.br/~pef/producao_academica/anais/2008_deise_1.pdf). Acesso em: 05 jan. 2023.

CARAMELLO, Giselle Watanabe *et al.* Articulação centro de pesquisa - escola básica: contribuições para a alfabetização científica e tecnológica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 3401, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172010000300010>. Acesso em: 20 set. 2022.

CARVALHO, Tamara Dias de; HYGINO, Cassiana Barreto; AMARAL, Eros Izidoro. Abordagem com foco ciência, tecnologia e sociedade no ensino de física: um estudo sobre a interferência de ondas entre 4g e tv digital. 2017. **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia do IFRS**, Porto Alegre, v. 4, n. 3, p. 223-238, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.35819/scientiatec.v4i3.2127>. Acesso em: 27 nov. 2022.

CHIQUETTO, Marcos José. O currículo de física do ensino médio no brasil: discussão retrospectiva. **Revista E-Curriculum**, São Paulo, v. 7, n. 1, 2011. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/curriculum/article/view/5646>. Acesso em: 07 jan. 2023.



DOMÉNECH, Josep Lluís *et al.* Teaching of energy issues: a debate proposal for a global reorientation. **Science & Education**, California, v. 16, p. 43-64, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11191-005-5036-3>. Acesso em: 02 out. 2022.

FERNANDEZ, João Vitor Martins *et al.* Uma nova estratégia para o ensino de física nuclear e radioatividade para o novo ensino médio: auto aprendizagem guiada por aplicativo web. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0295>. Acesso em: 28 set. 2022.

FERREIRA, Marcelo *et al.* Análise de temas, teorias e métodos em dissertações e produtos educacionais no MNPEF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0322>. Acesso em: 06 nov. 2022.

GATTI, Bernardete; ANDRÉ, Marli. A relevância dos métodos de pesquisa qualitativa em educação no Brasil. *In*: WELLER, Wivian; PFAFF, Nicoille (org.). **Metodologias da pesquisa qualitativa em educação: teoria e prática**. 2. ed. Petrópolis: Vozes, 2011. p. 29-38.

GOMES, Ederson Carlos; BATISTA, Michel Corci; FUSINATO, Polônia Altoé. O estudo das ondas eletromagnéticas a partir do enfoque CTS: uma possibilidade para o ensino de física no ensino médio. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 8, n. 1, p. 109-125, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.26843/rencima.v8i1.1235>. Acesso em: 08 jan. 2023.

HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. **Fundamentos de física: mecânica**. v. 1. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

HOFSTEIN, Avi; AIKENHEAD, Glen; RIQUARTS, Kurt. Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, London, v. 10, n. 4, p. 357-366, 1988. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/0950069880100403>. Acesso em: 23 out. 2022.

JOSÉ, Wagner Duarte *et al.* ENEM, temas estruturadores e conceitos unificadores no ensino de física. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 16, n. 3, p. 171-188, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1983-21172014160308>. Acesso em: 18 set. 2022.

KRASILCHIK, Myriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: Edusp, 1987. Disponível em: <https://pdfcoffee.com/1987-myriam-krasilchik-o-professor-e-o-curriculo-das-cienciaspdf-pdf-free.html>. Acesso em: 03 fev. 2023.

LAMEU, Lucas de Paulo; ASSIS, Alice. Ensino de energia: aprimoramento da visão crítica dos alunos por meio de uma sequência didática pautada no enfoque CTS. **Caminhos da Educação Matemática em Revista**, Aracaju, v. 12, n. 1, p. 21-35, 2022. Disponível em: [https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/caminhos\\_da\\_educacao\\_matematica/article/view/1279](https://aplicacoes.ifs.edu.br/periodicos/caminhos_da_educacao_matematica/article/view/1279). Acesso em: 08 jan. 2023.

MACHADO, Daniel; NARDI, Roberto. Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hiperídia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 473-485, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172006000400010>. Acesso em: 01 fev. 2023.



MARTINS, Isabel. Revisitando orientações CTSICTSA na educação e no ensino das ciências. **APeDuC Revista-Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, Vila Real, v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020. Disponível em: <https://apeduc revista.utad.pt/index.php/apeduc/article/view/63/1>. Acesso em: 08 set. 2022.

MARTÍNEZ-BORREGUERO, Guadalupe *et al.* Analysis of the concept of energy in the Spanish curriculum of secondary education and baccalaureate: A sustainable perspective. **Sustainability**, Barcelona, v. 11, n. 9, p. 2528, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su11092528>. Acesso em: 09 set. 2022.

MOHER, David *et al.* Preferred reporting items for systematic review and meta-analysis protocols (PRISMA-P) 2015 statement. **Systematic Reviews**, California, v. 4, n. 1, p. 1-9, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2046-4053-4-1>. Acesso em: 24 out. 2022.

MULYANTI, Solomon *et al.* The impact of the science technology society (STS) approach on critical thinking ability and student learning outcomes. **Journal of Physics**, Banda Aceh, p. 012026, 2021. Conference series. Disponível em: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1882/1/012026>. Acesso em: 18 dez. 2022.

OLIVEIRA, Eniz Conceição *et al.* Abordagem CTS em manuais escolares de química do 10º ano em Portugal: um estudo de avaliação. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 891-910, out. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1516-731320180040006>. Acesso em: 28 set. 2022.

PEARSON, Alan. Balancing the evidence: incorporating the synthesis of qualitative data into systematic reviews. **JBI reports**, Hoboken, v. 2, n. 2, p. 45-64, 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1479-6988.2004.00008.x>. Acesso em: 27 dez. 2022.

PEREIRA, Nádia Vilela; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. Análise de publicações sobre o tema energia com enfoque CTS no ensino de ciências no Brasil entre 2006 e 2017. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 11, p. e160101119556, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i11.19556>. Acesso em: 08 dez. 2022.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

RAMOS, Enrique España; RUZ, Teresa Prieto. Problemas socio-científicos y enseñanza-aprendizaje de las ciencias. **Revista de Investigación en la Escuela**, Sevilla, n. 71, p. 17-24, 2010. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11441/60210>. Acesso em: 16 set. 2022.

REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda; FERRAZ, Gleice. Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, p. 1402.1-1402.8, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1806-11172009000100008>. Acesso em: 28 jan. 2023.

RODRIGUES, José Jorge Vale. **Aprendizagem significativa do conceito de energia por meio da implementação de sistemas de automação residencial**. 2022. Tese (Doutorado) – Universidade do Vale do Taquari, Lajeado, 2022. Disponível em: <https://www.univates.br/bdu/items/562e1006-497a-453f-b7fb-0c58bf52e67c>. Acesso em: 02 set. 2022.



SALICA, Marcelo Augusto. Analysis of significant learning applied d-learning in the teaching of physics in secondary education. **Ried-Revista Iberoamericana de Educacion a Distancia**, Madrid, p. 265-284, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.28399>. Acesso em: 08 out. 2022.

SANTOS, Antonio Marques dos; CAMINHA, Sandra Maria de Sousa; SILVEIRA, Brunna ds Costa. A implantação da ciência, tecnologia e sociedade no ensino de física do Instituto Federal do Maranhão: uma proposta de intervenção metodológica. **Research, Society and Development**, Itabira, v. 9, n. 8, p. e367984546-e367984546, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i8.4546>. Acesso em: 08 jan. 2023.

SANTOS, Deusivaldo Aguiar; VILCHES, Amparo; BRITO, Licurgo Peixoto. Evolução CTS à CTSA nos seminários ibero-americanos. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 8, n. 1, p. 1961-1974, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.12321>. Acesso em: 08 out. 2022.

SILVA, Bruna Karl Rodrigues da; SILVA, Ricardo Monteiro da; FERNANDES, João Paulo. Projeto “usinas”: uma sequência didática embasada na perspectiva cts para a abordagem do tema energia. **Tecné, Episteme y Didaxis: TED**, Bogotá, p. 1-7, 2021. Disponível em: <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/TED/article/view/15004>. Acesso em: 02 set. 2022.

TOLEDO, Carlos Eduardo Rosas de *et al.* Os temas de pesquisa que orbitam o enfoque CTS: uma análise de rede sobre as teses publicadas no Brasil. **Indagatio Didactica**, Aveiro, v. 8, n. 1, p. 1367-1383, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.7179>. Acesso em: 04 fev. 2022.

YUENYONG, Chokchai; THATHONG, Kongsak. Physics teachers’ constructing knowledge base for physics teaching regarding constructivism in Thai contexts. **Mediterranean Journal of Social Sciences**, Rome, v. 6, n. 2, p. 546, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.5901/mjss.2015.v6n2p546>. Acesso em: 08 set. 2022.

*Recebido em: 05.02.2023*

*Aprovado em: 12.09.2023*

**Editor:** Prof. Dr. Roni Cleber Dias de Menezes

**José Jorge Vale Rodrigues** é professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFTO) no Campus Palmas, licenciado em matemática pela UEMA, CESI, licenciado em física pela UNIS, MG, especialista em metodologia do Ensino de Física pela FIJ/RJ, mestre em ensino de ciências exatas e doutor em ensino pela Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES/RS).

**Eniz Conceição de Oliveira** é professora titular da Universidade do Vale do Taquari (UNVATES). Licenciada em química, mestre e doutora em química ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Atua nos Programas de Pós-graduação em Ensino (PPGEnsino) e Pós-graduação em Ensino de Ciências Exatas (PPGECE).



**Cecília Guerra** é investigadora na Universidade de Aveiro (UA), Portugal. Licenciada em ensino de biologia e geologia, mestrado em comunicação e educação em ciência, doutoramento em multimédia em educação, ambos na UA. É coordenadora da marca “SCoRE – Science Communication for Researchers in Education” na UA.